

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ОТПУСКА НА ТВЕРДОСТЬ ЗАКАЛЕННОЙ НА МАРТЕНСИТ СТАЛИ 38ХНЗМФА

Кузнецова Д.П.

Руководитель – проф., д-р техн. наук Юдин Ю.В.

ФГАОУ ВПО «УРФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

г. Екатеринбург

e-mail: DariaKuznetsova@list.ru

Развитие страны невозможно без технологического прогресса энергетики, которая обеспечивает высокие темпы подъема всех хозяйственных структур, включая также энерговооруженность населения. Реализация этих задач не может быть осуществлена без коренной реконструкции турбинного производства и создания дополнительных мощностей для выпуска оборудования газокompрессорных станций, современных турбоустановок АЭС и модернизированных турбин ТЭС. В настоящее время большинство роторов изготавливают из стали 38ХНЗМФА.

Целью данной работы является - исследование влияния температурно-временных параметров отпуска на твердость стали марки 38ХНЗМФА.

Проведена термообработка образцов: закалка $t = 860^\circ\text{C}$, $\tau = 50$ мин (с момента выхода на температуру выдержки). Охлаждение в масло. Структура закаленных образцов – мартенсит.

Для оценки влияния параметров отпуска на твердость стали, образцы термообработаны по следующим режимам:

отпуск $t = 300 \dots 700^\circ\text{C}$ (с интервалом в 100°C), $\tau_{\text{выд}} = 0,5 \dots 4$ ч.

Измерения твердости и зависимости твердости от температурно-временных параметров отпуска образцов после различных режимов обработки показали, что с увеличением времени выдержки и температуры отпуска твердость снижается, причем воздействие температурного фактора существенно сильнее, чем временного.

Рассмотрены следующие варианты аппроксимации значений твердости от температурно-временных параметров отпуска.

Первый вариант аппроксимации значений твердости. Выбрана зависимость расчетных значений твердости от времени для каждой из температур отпуска вида:

$$HRC_p = A_t \cdot \tau^2 + B_t \cdot \tau + C, \quad (1)$$

где A_t , B_t , C_t – параметры, зависящие от температуры.

В свою очередь, для численных значений данных параметров были подобраны полиномы 1 и 2 степени от температуры отпуска, описывающие A_t , B_t , C_t с коэффициентами корреляции 0,75...0,91.

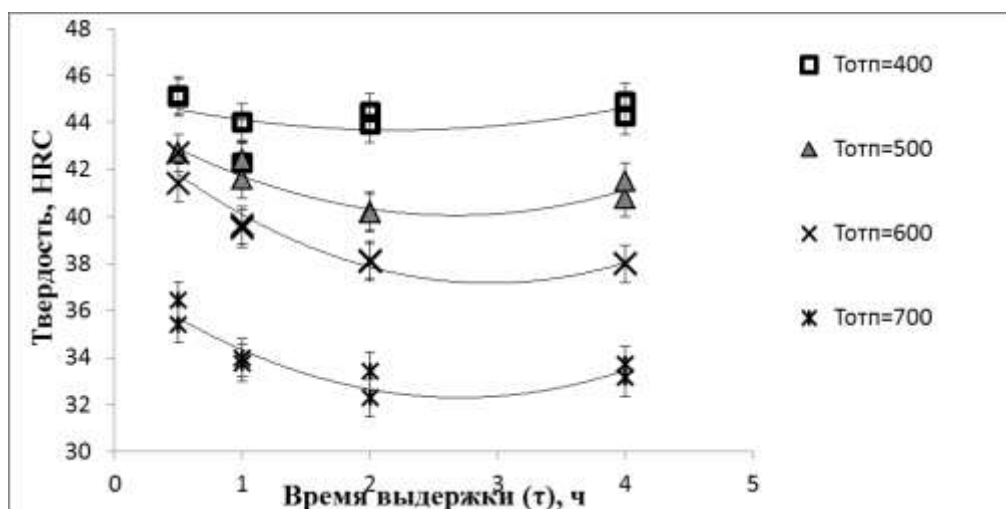


Рисунок 1 Зависимость средних значений твердости (HRC) от времени выдержки при различных температурах отпуска 300...700 °С, сталь 38ХН3МФА

Обобщив полученные результаты в общую аналитическую зависимость, рассчитаны значения твердости для экспериментально проведенных температурно-временных параметров отпуска. На рисунке 2 приводится сравнение расчетных и экспериментальных значений твердости для первого варианта аппроксимации. Значение отношения табличного и расчетного критериев Фишера $F_{\text{табличное}}/F_{\text{расчетное}}=13,45$.

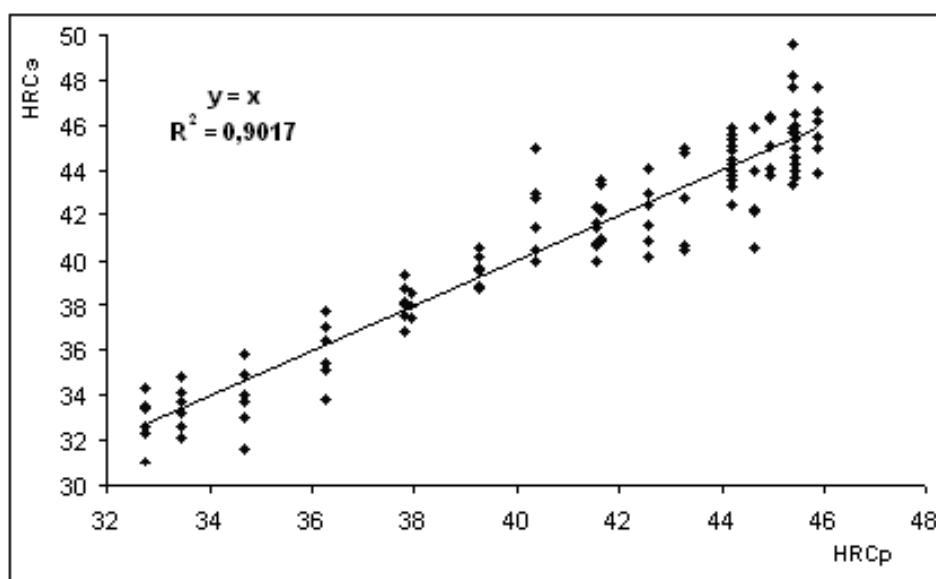


Рисунок 2 Соотношение расчетных (HRC_p) и экспериментальных ($HRC_э$) значений твердости для 1 модели, сталь 38ХН3МФА

Второй вариант аппроксимации значений твердости. Определена расчетная зависимость твердости от температуры для уравнения вида:

$$HRC_p = A_\tau \cdot t^2 + B_\tau \cdot t + C_\tau, \quad (2)$$

где A_τ , B_τ , C_τ – параметры, зависящие от времени.

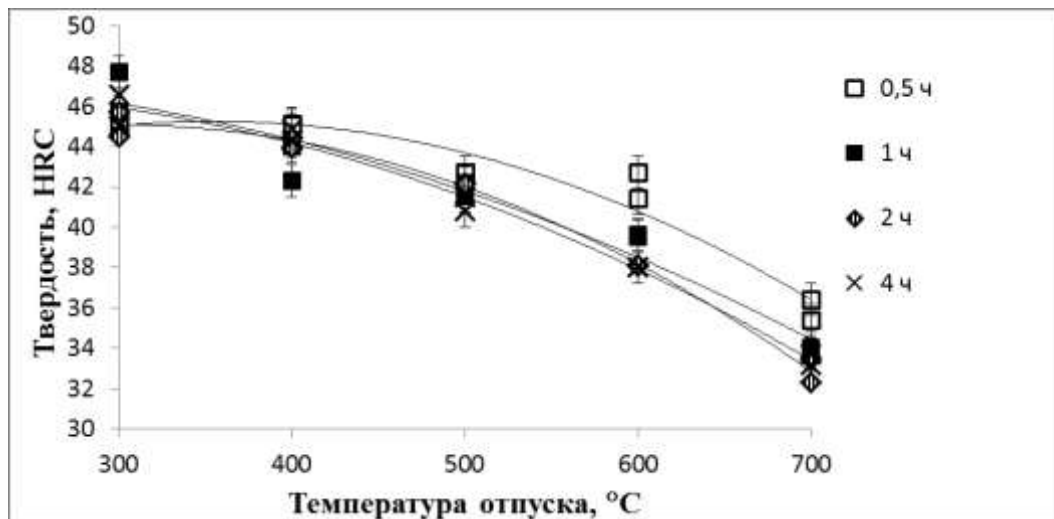


Рисунок 3 Зависимость средних значений твердости (HRC) от температуры отпуска при различном времени выдержки 0,5...4 ч, сталь 38ХНЗМФА

Коэффициенты A , B , C для уравнения (2) описаны рядом функций первой и второй степени от времени. Полученные зависимости показали достаточно высокие показатели коэффициента корреляции. Расчетное значение отношения $F_{\text{табличное}}/F_{\text{расчетное}}=3,3$, а коэффициент множественной корреляции составляет 0,66.

Установлено, что большее значение отношения $F_{\text{табличное}}/F_{\text{расчетное}}$, величины R^2 и наименьшее различие экспериментальных значений твердости с расчетными наблюдается при аппроксимации уравнением (1), включающим температурные зависимости входящих коэффициентов. Это дает возможность использования полученной модели для прогнозирования свойств стали 38ХНЗМФА, предварительно закаленной на мартенсит, после различных режимов отпуска.